

висимостью  $P_{i,\kappa} = T_{TP} \cdot w_{i,\kappa} = F_f \frac{d}{2} \cdot w_{i,\kappa}$ , где  $F$  -радиальная сила в паре трения;  $w_{i,\kappa}$  -угловая скорость звена  $i$  относительно звена  $\kappa$ .

Относительная угловая скорость звеньев определяется после построения плана скоростей механизма, из которого по длине векторов с учетом масштаба вычисляются угловые скорости звеньев. Затем, используя метод инверсии, вычисляются относительные угловые скорости в каждой кинематической паре  $w_{i,\kappa} = w_i + w_\kappa$  и потери мощности на трение в них. Тогда мощность электродвигателя определится как мощность, необходимая на подъем груза  $P = G \cdot V$  плюс потери мощности в парах скольжения с учетом известных КПД подшипников качения  $\eta_{\Pi}$ , редуктора  $\eta_P$  и муфт  $\eta_M$

$$P_{\text{эд}} = \frac{P = P_A + P_B + P_C}{\eta_{\Pi} \cdot \eta_P \cdot \eta_M}.$$

Расчет показал, что потери мощности на трение в паре скольжения эксцентрик-шатун на порядок выше потерь в остальных парах скольжения при снижении мощности двигателя. Его выбор по базовой формуле нельзя признать обоснованным.

\* \* \*

## ПРИМЕНЕНИЕ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ НА КРАНАХ

С.Ф. Колода, доцент, к.т.н., ПГТУ

Широкое распространение в крановом электроприводе получили ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока – автономным инвертором тока (АИТ) или напряжении (АИН) на основе транзисторно-диодных модулей IGBT вследствие их преимуществ по части полной управляемости, высокой рабочей частоты и номинального тока.

Выпрямитель преобразует напряжение  $U_1$  частотой  $f_1$  в энергию постоянного тока с регулировкой напряжения при этом блоком управления. Затем автономный инвертор преобразует постоянное напряжение  $U_{\Pi}$  в энергию переменного  $U_2$  и регулируемой частотой  $f_2$  на асинхронном двигателе (АД). Таким образом, имеет место двойное преобразование энергии. Автономные инверторы регулируют частоту вверх и вниз от частоты сети.

Достоинства применения преобразователей частоты (ПЧ):

1. Возможность регулирования короткозамкнутых АД.
2. Сохранение жесткости механических характеристик во всем диапазоне регулирования и обеспечение устойчивой работы на любой характеристике и при любой частоте вращения.
3. Высокая плавность и экономичность регулирования частоты вращения, сведение к минимуму их время и потери при этом.
4. Для кранов, работающих продолжительное время на пониженных скоростях, повышается эффективность, так при изменении частоты тока потери на скольжение незначительны.
5. Возможность торможения путем снижения частоты тока.
6. При соответствующем алгоритме управления (соотношение частоты и напряжения) АД может развивать максимально возможный пусковой момент при допустимом пусковом токе (без перегрева).
7. Увеличение частоты вращения электродвигателя выше в 2...3 раза паспортной позволяет: а) увеличить скорости подъема и перемещение более легких, по сравнению с номинальным грузом и повысить производительность крана; б) отказаться в ряде случаев от установки на тележке вспомогательного механизма подъема мере на мостовых кранах, уменьшить массу тележки и количество оборудования на ней.

Недостатки: а) повышается стоимость и усложняется обслуживание электропривода; б) при малых скоростях значительно снижается эффективность встроенных вентиляторов и условий охлаждения. Следует отметить, что стоимость систем ПЧ непрерывно снижается.

\*\*\*\*

## **ОБРАЗОВАНИЯ ЗАЗОРОВ В МНОГОЗВЕННЫХ СИСТЕМАХ УПЛОТНЕНИЙ**

С.Ф. Колода, доцент, к.т.н., ПГТУ

Конвейерные машины для спекания и окускования руд и других материалов работают на перепаде давлений  $\Delta P = 8 \dots 16$  кПа, создаваемого эксгаустерами мощностью до 5000 кВт. Машины составлены из отдельных тележек (паллет), которые перемещаются по направляющим и составляют замкнутый конвейер с вакуум-камерами.

Для снижения протечек газа применяются системы многозвенных уплотнений, которые уникальны по своим габаритам (200 и более метров), условиям работы и взаимодействию элементов. Наиболее эффективной конструкцией является тип с тремя активными совмещенными элементами в виде упругой фигурной ленты.